

02P10407

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 196 06 913 C 1

⑤① Int. Cl.⁸:
G 21 K 1/06
G 03 F 7/20
G 01 N 23/207
// H 05H 7/00

②① Aktenzeichen: 196 06 913.0-33
②② Anmeldetag: 19. 2. 96
④③ Offenlegungstag: —
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 21. 8. 97

DE 19606913 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, 22607
Hamburg, DE

⑦④ Vertreter:

Uexküll & Stolberg, 22607 Hamburg

⑦② Erfinder:

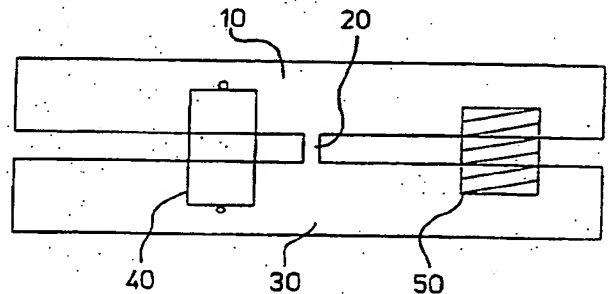
Brüggmann, Ulf, Dipl.-Ing., 25421 Pinneberg, DE;
Frahm, Ronald, Dr., 22609 Hamburg, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 44 25 594 A1

⑤④ Kipptisch für einen Synchrotronstrahlungs-Monochromatorkristall

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Kipptisch für einen Synchrotronstrahlungs-Monochromatorkristall, mit einer Tischplatte (10) zum Tragen des Monochromatorkristalls, einem Gelenk (20), das die Tischplatte (10) über einem Träger (30) hält, und einem ersten Piezo-Stellelement (40), das entfernt von der Drehachse des Gelenks (20) eine Kraft zwischen Tischplatte (10) und Träger (30) ausübt, um die Tischplatte (10) steuerbar gegen den Träger (30) um das Gelenk (20) zu verschwenken. Die Grenzfrequenz des Kipptisches soll vergrößert werden. In einer Ausführungsform soll zusätzlich der Verstellwinkel zwischen Tischplatte (10) und Träger (30) bei gleichbleibender Bauhöhe vergrößert werden. Erfindungsgemäß ist ein zweites Piezo-Stellelement (50) vorgesehen, das entfernt von der Drehachse des Gelenks (20) und in bezug auf diese Drehachse gegenüberliegend zu dem ersten Piezo-Stellelement (40) angeordnet ist und eine Kraft zwischen Tischplatte (10) und Träger (30) ausübt.



DE 19606913 C 1

Die Erfindung betrifft einen Kipptisch für einen Synchrotronstrahlungs-Monochromatorkristall, mit einer Tischplatte zum Tragen des Monochromatorkristalls, einem Gelenk, das die Tischplatte über einem Träger hält, und einem ersten Piezo-Stellelement, das entfernt von der Drehachse des Gelenks eine Kraft zwischen Tischplatte und Träger ausübt, um die Tischplatte steuerbar gegen den Träger um das Gelenk zu verschwenken.

Monochromatorkristalle werden z. B. in Doppel-Kristallmonochromatoren verwendet, um aus einem einfallenden Strahl mit kontinuierlichem Energiespektrum eine gewünschte Strahlungsenergie zu selektieren. Eine typische Anwendung für spektral und räumlich selektierende Anordnungen mit Monochromatorkristallen findet sich bei der Verwertung von Synchrotronstrahlung, die wegen ihrer hohen Intensität und der Breite des zur Verfügung stehenden Energiespektrums große Bedeutung für viele experimentelle Verfahren wie auch industrielle Anwendungen (z. B. Röntgenlithographie) gewonnen hat.

Zur Synchrotronstrahlungserzeugung werden Elektronenspeicherringe verwendet. Die sogenannten Doppel-Kristall-Monochromatoren werden eingesetzt, um aus der breitbandigen Synchrotronstrahlung einen schmalen Wellenlängenbereich, z. B. im Röntgenspektrum, herauszufiltern. Dazu wird der Synchrotronstrahl auf einen Monochromatorkristall gelenkt, an dessen Kristallgitterebenen die Strahlung reflektiert wird. Jede Wellenlänge wird dabei unter einem anderen Winkel, dem sogenannten Bragg-Winkel, reflektiert. Ein zweiter Monochromatorkristall, der parallel zu dem ersten Monochromatorkristall angebracht ist, reflektiert den nunmehr monochromatischen Strahl wieder in die Horizontale. Zum Beispiel werden zur Erzeugung monochromatischer Röntgenstrahlung vorzugsweise Siliziumkristalle als Monochromatorkristalle verwendet. Wesentliche Voraussetzung für die Erzeugung eines monochromatischen Strahls mit genau definierter Wellenlänge ist, daß die Kristallgitterebenen beider Monochromatorkristalle exakt parallel zueinander ausgerichtet sind. Schon eine Abweichung von $0,001^\circ$ hat einen enormen Intensitätsverlust des monochromatischen Strahls zur Folge.

Herkömmlicherweise ist, wie in der Fig. 2 als schematische Ansicht im Querschnitt senkrecht zur Tischplattenoberfläche dargestellt ist, einer der beiden Monochromatorkristalle (nicht gezeigt) auf einer Tischplatte 10 eines Kipptisches befestigt. Die Tischplatte 10 wird von einem Festkörpergelenk 20 über einem Träger 30 gehalten, das eine Drehachse definiert. Ein Piezo-Stellelement 40 befindet sich entfernt von der Drehachse und übt eine Kraft zwischen der Tischplatte 10 und dem Träger 30 aus. Durch Verändern einer Spannung an das Piezo-Stellelement 40 kann die Tischplatte 10 steuerbar gegen den Träger 30 um das Festkörperelement 20 stufenlos verschwenkt werden. Damit kann die Kristallgitterebene des schwenkbaren Monochromatorkristalls sehr genau in bezug auf die Ebene des fest montierten Monochromatorkristalls ausgerichtet und die Intensität der monochromatischen Strahls maximiert werden. Die an dem Piezo-Stellelement 40 anliegende Spannung variiert dabei üblicherweise zwischen 0 V bis 1000 V.

Die Tischplatte 10 kann in die Ausgangsposition zurückgeschwenkt werden, indem die Spannung zurückgenommen wird. Aufgrund der Hysterese des Piezo-Stellelements 40 vollzieht sich die Längenänderung des

Piezo-Stellelements beim Rückstellvorgang jedoch nicht linear zur Spannungsänderung. Unter Hysterese ist das physikalische Phänomen zu verstehen, daß die Längenänderung des Piezo-Stellelements nicht nur von der Spannungsänderung, sondern auch von dem vorherigen Ausdehnungszustand des Piezo-Stellelements abhängig ist. Wird das Piezo-Stellelement von einer ausgedehnten Position wieder zurückgefahren, so bewirkt eine lineare Spannungsverringerng zunächst nur eine unbedeutende Längenänderung. Ab einer bestimmten Spannung ändert sich die Länge dann rapide. Um eine Längenänderung des Piezo-Stellelements zu bewirken, die proportional zu einer linearen Spannungsänderung erfolgt, wird eine zusätzliche Rückstellkraft, z. B. durch ein Festkörperelement 20 zwischen Tischplatte 10 und Träger 30, aufgebracht, während die an dem Piezo-Stellelement 40 anliegende Spannung verringert wird. Die Rückstellkraft ist jedoch noch zu gering, so daß zusätzlich dem Piezo-Stellelement 40 entgegenwirkende Federn 50 zwischen der Tischplatte 10 und dem Träger 30, gegenüberliegend von dem Piezo-Stellelement 40 und dem Festkörpergelenk 20, angebracht sind. Üblicherweise werden Teller- oder Spiralfedern verwendet. Durch die Federn 50 wird jedoch die obere Grenzfrequenz in den Bereich von unter 30 Hz reduziert. Für einige Anwendungen ist dies jedoch zu niedrig.

Ein weiterer Nachteil herkömmlicher Kipptische ist, daß der Verstellwinkel zwischen Tischplatte und Träger aufgrund der maximal zulässigen Bauhöhe von ca. 30 bis 40 mm auf ca. $0,10^\circ$ begrenzt ist. Außerdem ist die Genauigkeit der Einstellbarkeit des Verstellwinkels durch die Hysterese der Piezo-Stellelemente begrenzt.

Für spezielle Messungen bei der schnellen Röntgenabsorptionsspektroskopie (Quick extended X-ray absorption fine structure QEXAFS) werden beide Monochromatorkristalle jeweils einzeln oder auch gemeinsam (z. B. Channel-Cut-Kristalle) auf einem Kipptisch montiert und die Piezo-Stellelemente mit einem Wechselspannungssignal von 10 Hz bis 500 Hz angesteuert. Dabei sind Verstellwinkel von $0,1^\circ$ bis über 1° notwendig, die mit herkömmlichen Kipptischen nicht erzielt werden können.

Aus der DE 44 25 594 A1 ist ein Monochromatorkristall bekannt, der eine Reflexionsfläche und zwei seitliche Trägerwände aufweist, die in einer Halterung eingespannt sind. Im Bereich zwischen den Trägerwänden kann der Reflexionsfläche von hinten Kühlmittel zugeführt werden. Die Reflexionsfläche steht seitlich über die Trägerwände hinaus, und es wirken auf beide herausstehenden Bereiche Stellmittel ein, die zwischen den herausstehenden Bereichen und der Halterung steuerbar Kraft ausüben können. Durch diese adaptive Monochromatorkristallgestaltung sollen Verformungen der Reflexionsfläche, die bei Aufheizung durch Synchrotronstrahlung auftreten können, mechanisch möglichst weitgehend kompensiert werden, um eine möglichst ebene Reflexionsfläche zu gewährleisten.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Kipptisch der eingangs genannten Art für einen Synchrotronstrahlungs-Monochromatorkristall zu schaffen, bei dem die Grenzfrequenz möglichst hoch ist, um schnellen Bewegungen folgen zu können. Eine Ausführungsform sollte bei gleichbleibender Bauhöhe einen im Vergleich zu herkömmlichen Kipptischen größeren Verstellwinkel zwischen Tischplatte und Träger haben.

Zur Lösung dieser Aufgabe dienen die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 in Verbindung mit dessen Oberbegriff. Vorteilhafte Ausführungsformen

der Erfindung sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

In dem erfindungsgemäßen Kipptisch ist ein zweites Piezo-Stellelement im Abstand von der Drehachse des Gelenks und in bezug auf diese Drehachse gegenüberliegend zu dem ersten Piezo-Stellelement angeordnet. Dieses zweite Piezo-Stellelement übt eine dem ersten Piezo-Stellelement entgegenwirkende Kraft zwischen Tischplatte und Träger aus. Diese erfindungsgemäße Ausgestaltung ermöglicht es, eine steuerbare Gegenkraft zu dem ersten Piezo-Stellelement aufzubringen. Damit werden die Auswirkungen der Hysterese minimiert und der Verstellwinkel kann genauer eingestellt werden. Außerdem muß das Gelenk keinerlei Rückstellkräfte mehr aufnehmen. Es kann daher schwächer dimensioniert werden als bei herkömmlichen Kipptischen, wodurch die Grenzfrequenz gesteigert wird.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das Festkörperelement hohl mit einem Abschnitt senkrecht zu der Tischplatte und einem Abschnitt parallel zu dem Träger ausgeführt. Die Piezo-Stellelemente sind parallel zu dem Träger angeordnet und üben jeweils eine Kraft zwischen dem Träger und dem senkrechten Abschnitt aus. Verglichen mit herkömmlichen Kipptischen nehmen die Piezo-Stellelemente somit eine geringere Bauhöhe ein. Die eingesparte Bauhöhe ist in der vorteilhaften Ausführungsform genutzt worden, um ein Festkörpergelenk zu bilden, durch das bei gleicher Längenausdehnung der Piezo-Stellelemente größere Verstellwinkel erzielt werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen in den Zeichnungen erläutert, in denen:

Fig. 1 eine schematisch dargestellte Schnittansicht einer Ausführung eines Kipptisches entsprechend der Erfindung zeigt;

Fig. 2 eine schematische dargestellte Schnittansicht eines herkömmlichen Kipptisches zeigt.

In einer ersten, nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung, wird an die Stelle der Feder 50 ein zweites Piezo-Stellelement 60 angebracht, daß ebenfalls über eine Spannung angesteuert wird. Durch gegenläufige Ansteuerung der beiden Piezo-Stellelemente 40, 60 wird die Hysterese minimiert. Das Festkörpergelenk 20 muß keinerlei Rückstellkräfte mehr aufnehmen, so daß es schwächer dimensioniert werden kann. Dadurch steigt die Grenzfrequenz an und das Festkörpergelenk 20 kann ohne Materialermüdung schnelleren Bewegungen folgen.

In Fig. 1 ist eine zweite Ausführungsform der Erfindung als schematische Ansicht im Querschnitt senkrecht zur Tischplattenoberfläche gezeigt. Das Festkörpergelenk 20 hat einen von der Tischplatte 10 getragenen und in bezug auf diese senkrechten Abschnitt mit zwei gegenüberliegenden Wänden 70a, 70b. Diese sind im Abstand von einem virtuellen Drehpunkt 80 angeordnet, um welchen die Tischplatte 10 gegen den Träger 30 verschwenkt wird. Weiterhin hat das Festkörpergelenk 20 zwei in bezug auf den Träger 30 parallele Abschnitte 90a, 90b, die auf einer Seite jeweils von einer Wand 70a bzw. 70b des senkrechten Abschnitts und auf der anderen Seite von dem Träger 30 getragen werden. Die Piezo-Stellelemente 40, 60 sind parallel zu dem Träger 30 angeordnet und üben jeweils eine Kraft zwischen dem Träger 30 und dem senkrechten Abschnitt des Festkörpergelenks 20 aus. Durch die liegende Anordnung können sie näher am Drehpunkt des Kipptisches angreifen. Dies hat größere Verstellwinkel bei gleichbleibender Bauhöhe und gleicher Längenausdehnung der Piezo-Stellelemente 40, 60 zur Folge.

Die Ansteuerung der Piezostellelemente 40, 60 erfolgt mit zwei synchronen um 180° phasenverschobenen Mischspannungssignalen. Diese setzen sich jeweils aus einer Wechselspannung (max. 1000 V_{ss}) und einem unterlagerten Gleichspannungsoffset (ca. 500 V) zusammen. Letzterer dient der elektrischen Vorspannung der Piezo-Stellelemente. Die positiven Halbwellen (500 V bis 1000 V) regen das erste Piezo-Stellelement 40 an, während gleichzeitig die negativen Halbwellen (500 V bis 0 V) dafür sorgen, daß sich das zweite Piezo-Stellelement 60 zusammenzieht. Dieser Effekt wird durch das zeitgleiche Auslenken von Piezo 40 beschleunigt. Bei dem nachfolgenden Halbwellenpaar wird der Vorgang umgekehrt. Das Piezo-Stellelement 60 lenkt aus, dadurch wird das Piezo-Stellelement 40 zusammenge-drückt.

Patentansprüche

1. Kipptisch für einen Synchrotronstrahlungs-Monochromatorkristall, mit:
einer Tischplatte (10) zum Tragen des Monochromatorkristalls,
einem Gelenk (20), das die Tischplatte (10) über einem Träger (30) hält,
einem ersten Piezo-Stellelement (40), das entfernt von der Drehachse des Gelenks (20) eine Kraft zwischen Tischplatte (10) und Träger (30) ausübt, um die Tischplatte (10) steuerbar gegen den Träger (30) um das Gelenk (20) zu verschwenken, gekennzeichnet durch
ein zweites Piezo-Stellelement (60), das entfernt von der Drehachse des Gelenks (20) und in bezug auf diese Drehachse gegenüberliegend zu dem ersten Piezo-Stellelement (40) angeordnet ist und eine dem ersten Piezo-Stellelement (40) entgegenwirkende Kraft zwischen Tischplatte (10) und Träger (30) ausüben kann.
2. Kipptisch nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und zweite Piezo-Stellelement (40, 60) von identischer Bauart sind und in bezug auf das Gelenk (20) symmetrisch angeordnet sind.
3. Kipptisch nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gelenk (20) als Festkörpergelenk ausgebildet ist.
4. Kipptisch nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Festkörpergelenk (20) einen von der Tischplatte (10) getragenen und in bezug auf diese senkrechten Abschnitt mit zwei gegenüberliegenden Wänden (70a, 70b) im Abstand von einem virtuellen Drehpunkt (80) und zwei in bezug auf den Träger (30) parallele Abschnitte (90a, 90b) hat, die auf einer Seite jeweils von einer Wand (70a bzw. 70b) des senkrechten Abschnitts und auf der anderen Seite von dem Träger (30) getragen werden, wobei die Piezo-Stellelemente (40, 60) jeweils eine Kraft zwischen dem Träger (30) und dem senkrechten Abschnitt des Festkörpergelenks (20) ausüben.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

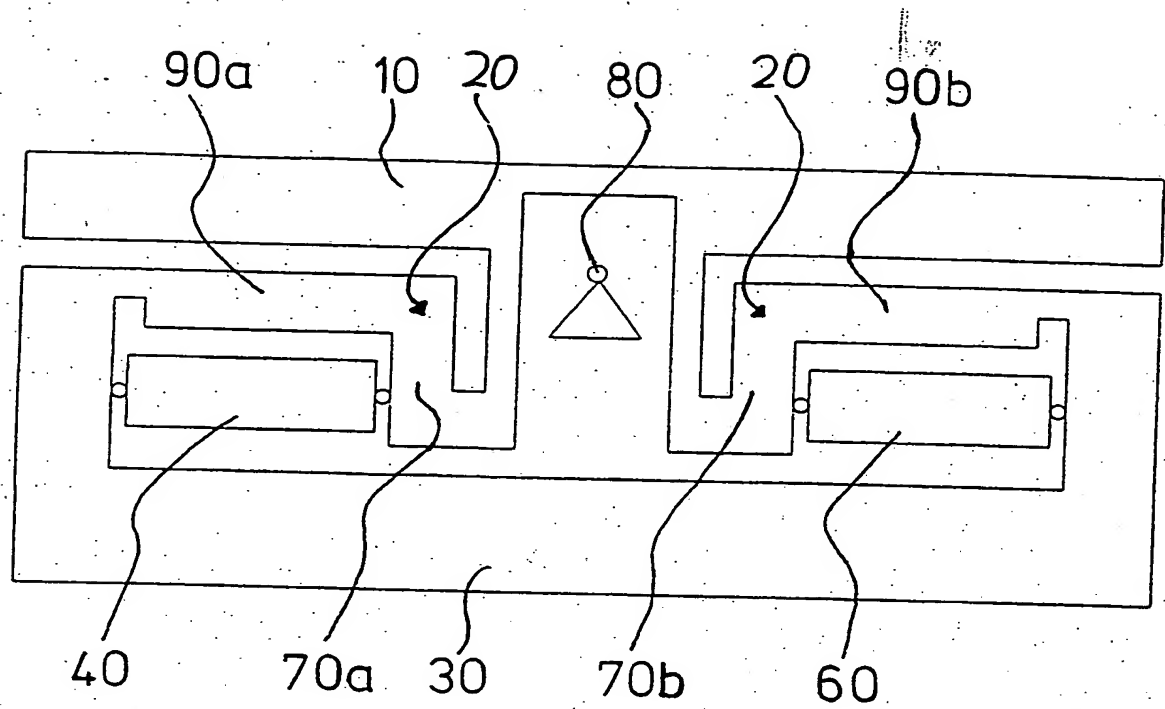


Fig. 1

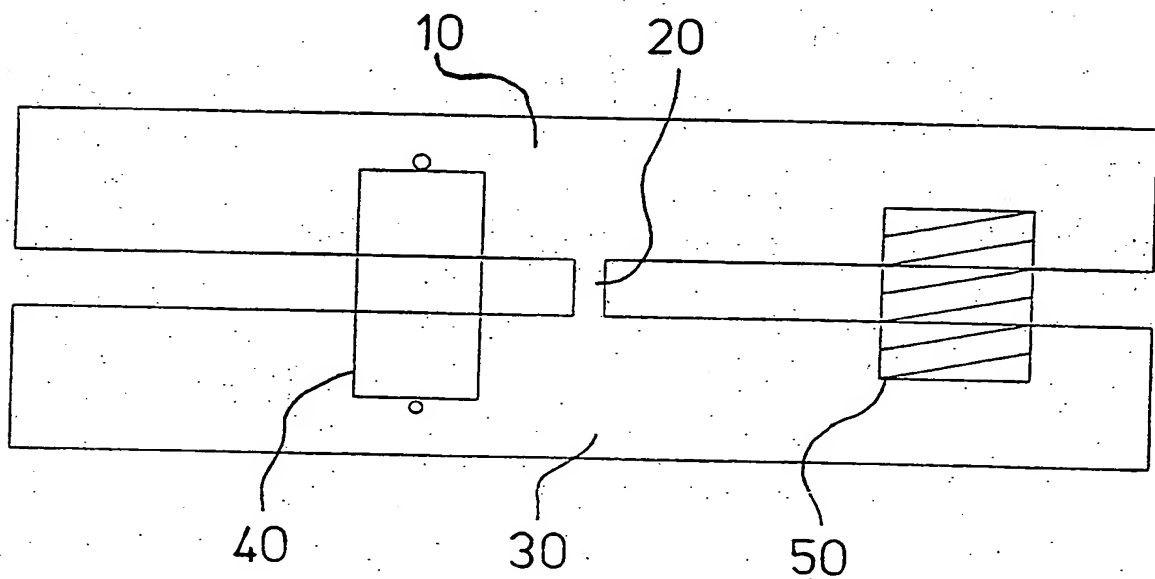


Fig. 2

3/9/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011416888 **Image available**
WPI Acc No: 1997-394795/*199737*
XRAM Acc No: C97-127008
XRPX Acc No: N97-328513

Titling table for synchrotron radiation monochromator crystal mounted on
table plate - controlled by symmetrically placed piezo-adjustment members
either side of table support joint

Patent Assignee: DESY DEUT ELEKTRONEN SYNCHROTRON (DESY-N)

Inventor: BRUEGGMANN U; FRAHM R

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19606913	C1	19970821	DE 1006913	A	19960219	199737 B

Priority Applications (No Type Date): DE 1006913 A 19960219

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19606913	C1		4		

Abstract (Basic): DE 19606913 C

Table plate (10) of a tilting table carries a synchrotron radiation monochromator crystal and a joint (20) holds the table over a support (30). A piezo-adjusting member (40) positioned remote from the rotation axis of the joint exerts a force between the table plate and the support to tilt the plate controllably. A second piezo-adjusting member (60) opposite the first member and also remote from the joint rotation axis can exert a force in a direction opposite to that of the first piezo-adjustment member. Preferably the two piezo-adjustment members are of the same type and are arranged symmetrically about the joint.

ADVANTAGE - Limiting frequency of movement is as high as possible.

Dwg.1/2

Title Terms: TITLE; TABLE; SYNCHROTRON; RADIATE; MONOCHROMATOR; CRYSTAL;
MOUNT; TABLE; PLATE; CONTROL; SYMMETRICAL; PLACE; PIEZO; ADJUST; MEMBER;
SIDE; TABLE; SUPPORT; JOINT

Derwent Class: K08; P84; S03; V05; V06; X14

International Patent Class (Main): G21K-001/06

International Patent Class (Additional): G01N-023/207; G03F-007/20

File Segment: CPI; EPI; EngPI

Manual Codes (CPI/A-N): K08-X

Manual Codes (EPI/S-X): S03-E06C; V05-E08; V06-M06D; X14-G02

THIS PAGE BLANK (USPTO)